

## 発明の名称

薄膜磁気ヘッドの製造方法

## 発明の背景

### 発明の分野

5      【０００１】 本発明は、薄膜磁気ヘッドの製造方法に関するものである。

### 関連する背景技術

10      【０００２】 従来、薄膜磁気ヘッドを製造するにあたり、イオンミリングによって上部磁極を狭小パターンにしていた。ところが、イオンミリングを利用した場合は、起立した上部磁極の下方の領域が磁極付近を頂とする隆起状になり、この形状に起因して、いわゆるATE (Adjusting Track Erase) という意図せずデータを消去する事態が生じることがあった。

15      【０００３】 そこで、イオンミリングに代えて、リアクティブイオンエッチング (RIE) によって上部磁極を狭小化する手法が提案されている。図１７及び図１８を参照して、この手法を説明する。図１７は、薄膜磁気ヘッドの従来の製造過程の一工程を示す図であり、図１８は、その後続の過程を示す図である。

20      【０００４】 まず、図１７に示すように、下部磁極層１０１、非磁性材料からなるギャップ層１０２、第１上部磁極層１０３、第２上部磁極層１０４、及び、アルミナ等からなる絶縁層１０５をこの順で形成する。次いで、絶縁層１０５の上に、めっき法等によって狭小なマスク１０６を形成する。

25      【０００５】 次に、図１８に示すように、RIEによって、マスク１０６の形状に倣って、絶縁層１０５、第２上部磁極層１０４、及び第１上部磁極層１０３をパターンニングする。同図は、エッチング途中の状態を示しており、第１上部磁極層１０３の側壁は垂直になっていない。そして、同図の状態から更にエッチングを進行させることにより、第１上部磁極層１０３の側壁を垂直にすることを狙ったものである。

### 発明の概要

【0006】 しかしながら、上記従来の方法には、次のような問題があった。  
すなわち、図18において、第2上部磁極層104に近い領域は、この磁極層そのものが妨げとなるため、磁極層から遠い領域よりもエッチングされにくい傾向にある。このため、第2上部磁極層104から遠い領域では、ギャップ層102がエッチングにより除去されるため、下部磁極層101が露出し、この露出した領域（図18中、破線Rで示す付近）がエッチングされてしまう。この結果、エッチングされた下部磁極層101の磁性材料が、エッチング中の第1上部磁極層103の根元領域に付着してしまい、垂直エッチングの進行が遅くなるという問題が生じていた。

【0007】 本発明は、上記問題を解決するためになされたものであり、書き込みトラック幅を容易に狭小にすることができる薄膜磁気ヘッドの製造方法を提供することを目的とする。

【0008】 本発明に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法は、第1磁極層を形成するステップと、第1磁極層の所定の残余領域が残るように、この第1磁極層のトラック幅方向の両側を除去するステップと、第1磁極層の残余領域の周囲に、絶縁層を形成するステップと、第1磁極層の残余領域及び絶縁層の上に、非磁性材料で形成されたギャップ層を形成するステップと、ギャップ層の上に、第1の磁極と磁氣的に連結された第2磁極層を形成するステップと、マスクを利用して、エッチングにより第2磁極層をパターンニングするステップとを含むものである。

【0009】 この製造方法によれば、第2磁極層をエッチングする際に、ギャップ層における第2磁極層から比較的遠い領域が除去されたとしても、この領域からは、第1磁極層ではなく、主として絶縁層が露出することになる。このため、磁性材料がエッチング中の第2磁極層の根元付近に付着するという事態を防止することができる。これにより、書き込みトラック幅を容易に狭小にすることができる。

【0010】 また、第1磁極層の上記残余領域の周囲に形成された絶縁層は、

$Al_2O_3$ によって形成することが好ましい。 $Al_2O_3$ は絶縁材料のなかでもエッチングされにくいいため、絶縁材料が第2磁極層の根元付近に付着する事態を効果的に抑制することができる。

5 【0011】 第1磁極層の上記残余領域のトラック幅方向における幅は、約0.5  $\mu m$ ～約2.0  $\mu m$ とすることが好適である。第1磁極層をこの程度の幅だけ残し、周囲に絶縁層を形成すれば、第2磁極層のエッチング時に第1磁極層が除去されて第2磁極層の根元付近に付着する事態を防止することができる。更に好ましくは、上記残余領域の幅は、約0.5  $\mu m$ ～約1.0  $\mu m$ とする。

10 【0012】 更に、本発明において、第1磁極層は、複数の磁性層を積層して構成されており、複数の磁性層における少なくとも最上層に、残余領域を形成すると共に、この残余領域のトラック幅方向における両側に、絶縁層を形成するようにしてもよい。このように第1磁極層が複数の磁性層で構成されている場合、最上層に上記残余領域を形成すれば、上記の効果を奏することができる。

#### 図面の簡単な説明

15 【0013】 図1Aおよび図1Bは、薄膜磁気ヘッドを製造する過程の一工程を示す断面図である。

【0014】 図2Aおよび図2Bは、それぞれ図1Aおよび図1Bの後続の工程を示す断面図である。

20 【0015】 図3Aおよび図3Bは、それぞれ図2Aおよび図2Bの後続の工程を示す断面図である。

【0016】 図4Aおよび図4Bは、それぞれ図3Aおよび図3Bの後続の工程を示す断面図である。

【0017】 図5Aおよび図5Bは、それぞれ図4Aおよび図4Bの後続の工程を示す断面図である。

25 【0018】 図6Aおよび図6Bは、それぞれ図5Aおよび図5Bの後続の工程を示す断面図である。

【0019】 図7Aおよび図7Bは、それぞれ図6Aおよび図6Bの後続の工程を示す断面図である。

【0020】 図8Aおよび図8Bは、それぞれ図7Aおよび図7Bの後続の工程を示す断面図である。

5 【0021】 図9Aおよび図9Bは、それぞれ図8Aおよび図8Bの後続の工程を示す断面図である。

【0022】 図10Aおよび図10Bは、それぞれ図9Aおよび図9Bの後続の工程を示す断面図である。

10 【0023】 図11Aおよび図11Bは、それぞれ図10Aおよび図10Bの後続の工程を示す断面図である。

【0024】 図12は、図11Aに示す積層体の平面図である。

【0025】 図13Aおよび図13Bは、それぞれ図11Aおよび図11Bの後続の工程を示す断面図である。

15 【0026】 図14Aおよび図14Bは、それぞれ図13Aおよび図13Bの後続の工程を示す断面図である。

【0027】 図15Aおよび図15Bは、それぞれ図14Aおよび図14Bの後続の工程を示す断面図である。

【0028】 図16Aおよび図16Bは、それぞれ図15Aおよび図15Bの後続の工程を示す断面図である。

20 【0029】 図17は、従来の製造方法の一工程を示す図である。

【0030】 図18は、図17の後続の工程を示す従来図である。

#### 好適な実施形態の説明

25 【0031】 以下、添付図面を参照して、本発明に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法の好適な実施形態について詳細に説明する。尚、同一要素には同一符号を用いるものとし、重複する説明は省略する。各製造工程の図において、符号“A”を付したものは、エアベアリング面となる面に対して直交する方向の断面図であ

り、符号“B”を付したものは、エアベアリング面となる方向から見た断面図である。

【0032】 まず、図1A及び図1Aに示すように、例えばアルティック ( $Al_2O_3 \cdot TiC$ ) よりなる基板1の上に、例えばアルミナ ( $Al_2O_3$ ) よりなる絶縁層2を約2～5  $\mu m$ の厚さで堆積する。次に、絶縁層2の上に、パーマロイ等の磁性材料からなる再生ヘッド用の下部シールド層3を約2  $\mu m$ ～約3  $\mu m$ の厚さで堆積する。下部シールド層3は、例えば、フォトレジスト膜をマスクにして、めっき法によって絶縁層2の上に選択的に形成する。次に、図示しないが、積層体の全体に、例えばアルミナよりなる絶縁層を、例えば約3～4  $\mu m$ の厚さで形成し、その絶縁膜を下部シールド層3が露出するまで、例えば化学機械研磨(以下「CMP」という)により研磨して、表面の平坦化処理を行う。

【0033】 次に、下部シールド層3の上に、絶縁膜としての下部シールドギャップ膜4を、例えば約20 nm～約40 nmの厚さで形成する。そして、下部シールドギャップ膜4の上に、MR素子5を数十nmの厚みで形成する。このMR素子5は、例えばスパッタによって形成したMR膜を選択的にエッチングすることによって形成する。また、MR素子5は、エアベアリング面が形成される位置の近傍に配置する。図中、積層体の左側の面が、エアベアリング面となる。MR素子5は、実際は積層構造であるが、図中では単層で示している。なお、MR素子5は、AMR素子、GMR素子、又はTMR素子等とすることができる。次に、図示しないが、下部シールドギャップ膜4の上に、MR素子5に電氣的に接続される一対の電極層を数十nmの厚さで形成する。さらに、下部シールドギャップ膜4およびMR素子5の上に、絶縁膜としての上部シールドギャップ膜7を例えば約20～40 nmの厚さで形成し、MR素子5を下部シールドギャップ膜4と上部シールドギャップ膜7の中に埋設する(なお、図示の都合上、下部シールドギャップ膜4と上部シールドギャップ膜7の境界の表示を省略している)。下部シールドギャップ膜4と上部シールドギャップ膜7に使用する絶縁材料として

は、アルミナ、窒化アルミニウム、ダイヤモンドライクカーボン (DLC) 等がある。また、下部シールドギャップ膜4と上部シールドギャップ膜7は、スパッタ法により形成してもよいし、化学的気相成長法 (以下「CVD法」という) により形成してもよい。

5      【0034】 次に、上部シールドギャップ膜7の上に、磁性材料よりなる再生ヘッド用の上部シールド層8を約 $1.0 \sim 1.5 \mu\text{m}$ の厚さで選択的に形成する。そして、ここまでの工程で得られた積層体の上面全体の上に、例えばアルミナよりなる絶縁層9を例えば $0.3 \mu\text{m}$ の厚さで形成する。下部シールド層3～上部シールド層8の各層によって、再生ヘッド部が構成される。次いで、絶縁層9の  
10      上に、下部磁極層10 (第1磁極層) の一部となる第1下部磁極部10aを例えば $0.6 \mu\text{m}$ の厚さで形成する。

15      【0035】 この場合、第1下部磁極部10aは、高飽和磁束密度材料である $\text{FeAlN}$ 、 $\text{FeN}$ 、 $\text{FeCo}$ 、 $\text{CoFeN}$ 、 $\text{FeZrN}$ 等を材料に用い、スパッタ法で形成する。なお、第1下部磁極部10aは、材料として $\text{NiFe}$  ( $\text{Ni}$ : 80重量%、 $\text{Fe}$ : 20重量%) や、高飽和磁束密度材料である $\text{NiFe}$  ( $\text{Ni}$ : 45重量%、 $\text{Fe}$ : 55重量%) 等を材料に用い、めっき法によって形成してもよい。ここでは、一例として、飽和磁束密度が $2.4\text{T}$ の $\text{CoFeN}$ を用いて、スパッタ法で形成する場合を想定している。

20      【0036】 次に、第1下部磁極部10aの上に、例えばアルミナよりなる絶縁膜11を例えば $0.2 \mu\text{m}$ の厚さで形成する。続いて、その絶縁膜11を選択的にエッチングし、第2下部磁極部10b (図2Aを参照) を形成すべき位置に開口部を設ける。

25      【0037】 そして、図示しないが、第1下部磁極部10aおよび絶縁膜11を覆うように、例えばスパッタリング法により、導電性材料よりなる電極膜を約 $50\text{nm} \sim 80\text{nm}$ の厚さで形成する。この電極膜は、後述のめっき工程での電極およびシード層として機能する。

【0038】 次に、図2Aおよび図2Bに示すように、電極膜を用いてフレーム電気めっきを行い、例えばCu（銅）よりなるめっき層を形成する。このめっき層およびその下の図示しない電極膜が、第1導体部112, 114を構成する。

第1導体部112, 114の厚さは、例えば $3.0\mu\text{m}\sim 4.0\mu\text{m}$ である。次に、フレームを除去した後、電極膜における第1導体部112, 114の下に存在する部分を残し、その他の部分を例えばイオンビームエッチングにより除去する。

【0039】 続いて、フレーム電気めっきを行い、第1下部磁極部10aの上に、磁性材料からなる第2下部磁極部10bを、例えば $3.0\mu\text{m}\sim 4.0\mu\text{m}$ の厚さで形成する。第2下部磁極部10bの材料としては、例えば高飽和磁束密度材料が用いられる。例えば、飽和磁束密度が $2.1\text{T}$ のCoNiFeや、飽和磁束密度が $2.3\text{T}$ のFeCo<sub>2</sub>を用いることができる。

【0040】 次に、図3Aおよび図3Bに示すように、第2導体部111, 113, 115を設けるべき位置に、第1導体部112, 114の保護用フォトリジスト13を配置する。保護用フォトリジスト13は、エアベアリング面側の第2下部磁極部10bと内導体部112との間、内導体部112と内導体部114の間、および、内導体部114と後側の第2下部磁極部10bとの間に少なくとも充填されるように形成する。さらに、形成された積層体の上面全体を覆うように、例えばアルミナよりなる絶縁層14を $4\mu\text{m}\sim 6\mu\text{m}$ の厚みで形成する。続いて、保護用フォトリジスト13が露出するまで、例えばCMPによって絶縁層14を研磨する。

【0041】 そして、図4Aおよび図4Bに示すように、フォトリジスト13を除去した後、例えばCVD法によって、積層体の上面全体を覆うように、各内導体部を分離するための、例えばアルミナよりなる分離用絶縁膜15を形成する。これにより、エアベアリング面側の第2下部磁極部10bと内導体部112との間、内導体部112と内導体部114の間、および、内導体部114と後側の第

2下部磁極部10bとの間に、それぞれ分離用絶縁膜15で覆われた内溝部が複数形成される。分離用絶縁膜15の厚さは0.2 $\mu$ m以下とするのが好ましく、特に0.08~0.15 $\mu$ mの範囲内に設定するのが好ましい。

【0042】 次に、上述の分離用絶縁膜15で覆われた各内溝部に、第2導体部111、113、115を以下の手順で形成する。

【0043】 まず、積層体の上面全体を覆うようにして、Cuよりなる電極膜16を例えば厚さ0.05 $\mu$ m~0.7 $\mu$ mで形成する。電極膜16は、後のめっき工程でシード電極として利用されるものであり、スパッタリング又はCVD法、或いは、その両方のプロセスを実施することによって形成することができる。

次に、電極膜16上にめっき法により、例えばCuよりなる導電層17を例えば4 $\mu$ m~5 $\mu$ mの厚さで形成する。

【0044】 次に、図5Aおよび図5Bに示すように、例えばCMPにより、第2下部磁極部10bおよび第1導体部112、114が露出するまで導電層17を研磨する。これにより、各内溝部に残った導電層17および電極膜16によって、第2導体部111、113、115が形成される。このとき得られる第2導体部111、113、115と、前述の第1導体部112、114とによって、磁気記録に利用する薄膜コイル116が構成される。薄膜コイル116は、渦巻状に形成されており、その渦中心は鉛直方向に沿っている。

【0045】 図6Aおよび図6Bを参照して、後続の過程を説明する。まず、積層体の上面全体を覆うように、例えばアルミナよりなる絶縁膜19を例えば0.2 $\mu$ mの厚さで形成する。次に、薄膜コイル116上の絶縁膜19が残るように、エッチングを行う。次いで、例えばフレームめっき法により、第2下部磁極部10bの上に、例えば厚さ0.5 $\mu$ mで第3下部磁極部10cを形成する。第3下部磁極部10cは、高飽和磁束密度材料、例えば、飽和磁束密度が2.1TのCoNiFeや、飽和磁束密度が2.3TのFeCo<sub>x</sub>で形成することができる。その後、積層体の上面全体を覆うように、例えばアルミナよりなる絶縁膜2



1を積層する。

【0046】 次に、図7Aおよび図7Bに示すように、CMPによって第3下部磁極部10cの厚みが0.3~0.5 $\mu$ mとなるように平坦化した後、例えばスパッタリングによって、第4下部磁極部10dを厚さ約0.3 $\mu$ m~約0.5 $\mu$ mで形成する。第4下部磁極部10dは、例えば飽和磁束密度が2.4TのCoFeNによって形成することができる。その後、第4下部磁極部10dの上に、フォトレジストによって、マスク層23を形成する。図7Bから分かるように、マスク層23は、エアベアリング面周辺では、第4下部磁極部10dのトラック幅方向の全体を覆ってはいない。マスク層23は、後工程でリフトオフを行い易くするために、底部を窪ませて略T字状にすることが好ましい。

【0047】 次に、図8Aおよび図8Bに示すように、水平面から20°~40°の入射角でイオンビームエッチングを行い、第4下部磁極部10dのマスク層23で覆われていない領域を除去する。このエッチングにより、第4下部磁極部10dは、所定の残余領域50が残るようにパターンニングされる。この際、図8Bから分かるように、残余領域50のトラック幅方向（図中左右方向）の両側を除去することにより、この残余領域50が形成されている。また、残余領域50は、MR素子5の上方に位置している。

【0048】 その後、マスク層23を残した状態で、例えばアルミナからなる絶縁層24を厚さ約0.3 $\mu$ m~0.6 $\mu$ mで積層する。これにより、第4下部磁極部10d（下部磁極層）の残余領域50の周辺、少なくとも残余領域50におけるトラック幅方向の両側に、絶縁層24が形成されることになる。次いで、図示は省略するが、リフトオフによりマスク層23をその上の堆積材料と共に除去し、更に、積層体の表面を微少量だけCMPにより研磨する。

【0049】 次に、図9Aおよび図9Bに示すように、残余領域50及び絶縁層24の上に、非磁性材料で形成された記録ギャップ層25を、例えば厚さ0.07 $\mu$ m~0.1 $\mu$ mで形成する。記録ギャップ層25は、例えばRu, NiC

u, Ta, W, Cr,  $Al_2O_3$ ,  $Si_2O_3$ 等で形成することができる。その後、記録ギャップ層25に、下部磁極層と上部磁極層とを接続するための開口を形成する。この開口は、渦巻状の薄膜コイル116の中心上方に位置する。

5 【0050】 次いで、積層体の上部全面に、例えばスパッタリングによって、第1上部磁極部26aを厚さ約0.1 $\mu m$ ～約0.5 $\mu m$ で形成する。第1上部磁極部26aは、例えば飽和磁束密度が2.4TのCoFeNによって形成することができる。その後、第1上部磁極部26aの上に、フォトレジストによって、所定パターンのマスク層27を形成する。

10 【0051】 次に、図10Aおよび図10Bに示すように、イオンビームエッチングにより、第1上部磁極部26aにおけるマスク層27で覆われていない領域を除去する。その後、マスク層27を残した状態で、例えばアルミナからなる絶縁層28を厚さ約0.3 $\mu m$ ～約0.6 $\mu m$ で積層する。更に、図示は省略するが、リフトオフによりマスク層27をその上の堆積材料と共に除去した上で、積層体の表面を微少量だけCMPにより研磨する。

15 【0052】 次に、図11Aおよび図11Bに示すように、積層体の上部全面に、例えばスパッタリングによって、第2上部磁極部26bを例えば厚さ0.8 $\mu m$ ～1.5 $\mu m$ で形成する。第2上部磁極部26bは、例えば飽和磁束密度が2.4TのCoFeNによって形成できる。第1上部磁極部26a及び第2上部磁極部26bは、記録ギャップ層25に形成された上記開口を通じて、第1下部磁極部10a～第4下部磁極部10dに磁氣的に連結される。尚、第1下部磁極部10a～第4下部磁極部10dによって下部磁極層10（第1磁極層）が構成され、第1上部磁極部26a及び第2上部磁極部26bによって上部磁極層26（第2磁極層）が構成される（図16A参照）。

25 【0053】 次いで、第2上部磁極部26bの上に、例えばスパッタリングによって、アルミナ等からなる絶縁層30を例えば厚さ1.0 $\mu m$ ～2.0 $\mu m$ で形成する。更に、この絶縁層30の上に、所望パターンのめっき層31を例えば

厚さ $0.3\mu\text{m}\sim 1.0\mu\text{m}$ で選択的に形成する。つまり、上部磁極層26の上に、マスクとしてのめっき層31を形成する。めっき層31は、例えば $\text{CoFe}$ 、 $\text{CoNiFe}$ 、 $\text{NiFe}$ 等で形成できる。

【0054】 図12に、めっき層31を形成した状態の積層体の平面図を示す。図の左右方向がトラック幅方向である。また、一点鎖線1は、MRハイト調整により最終的にエアベアリング面となる箇所を示す。この図から分かるように、めっき層31は、エアベアリング面となる領域の付近では、トラック幅方向の幅が第4下部磁極部10dよりも狭くなっている。

【0055】 次に、図13Aおよび図13Bに示すように、めっき層31をマスクとして、 $50^{\circ}\text{C}\sim 300^{\circ}\text{C}$ の温度下でリアクティブイオンエッチングを行い、絶縁層30、第2上部磁極部26b、及び第1上部磁極部26aをパターンニングする。この際のエッチングガスとしては、 $\text{Cl}_2$ と $\text{BCl}_3$ の混合ガスを用い、これらの比率を $2:1\sim 5:1$ とした。また、 $\text{Cl}_2$ のみ又は $\text{BCl}_3$ のみを用いるようにしてもよい。更に、 $\text{O}_2$ ガス、 $\text{N}_2$ ガス、又は $\text{CO}_2$ ガスを導入すれば、第2上部磁極部26bの選択エッチング性が向上する。また、エッチング時のRFバイアスは、例えば $30\text{W}\sim 300\text{W}$ とする。また、図13Bから分かるように、起立した第2上部磁極部26b及び第1上部磁極部26aの根元付近は、これらの存在が障害となってエッチングされにくく、エッチング残りが発生する。

【0056】 図14Aおよび図14Bを参照して、後続の過程を説明する。更にエッチングを続けて、第1上部磁極部26aの側壁を略垂直にする。この際、記録ギャップ層25における第2上部磁極部26bから比較的遠い領域もエッチングされてしまう。ところが、このエッチングされた領域からは、第4下部磁極部10dではなく、主として絶縁層24が露出することになる。絶縁層24は、上記のように、第4下部磁極部10dの残余領域50の周囲に埋設されたものである。このため、磁性材料がエッチング中の第1上部磁極部26aの根元付近に付着してエッチングの進行を妨げるという事態を防止することができる。これに

より、書き込みトラック幅を容易に狭小にすることができる。

5 【0057】 また、残余領域50のトラック幅方向における幅は、約 $0.5\mu\text{m}$ ～約 $2.0\mu\text{m}$ とすることが好適である。磁性材料の領域をこの程度にし、その周囲に絶縁層24を形成することにより、第1上部磁極部26aのエッチング時に、第1上部磁極部26aの根元付近に磁性材料が付着する事態を効果的に防止することができる。更に好ましくは、残余領域50の幅は、約 $0.5\mu\text{m}$ ～約 $1.0\mu\text{m}$ とする。

10 【0058】 また、残余領域50の周囲に形成された絶縁層24を $\text{Al}_2\text{O}_3$ によって形成した場合は、次のような効果が得られる。すなわち、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ は絶縁材料のなかでもエッチングされにくいため、絶縁材料が第1上部磁極部26aの根元付近に付着する事態を効果的に抑制することができる。

15 【0059】 次に、図15Aおよび図15Bに示すように、 $\text{Cl}_2$ と $\text{BCl}_3$ の混合ガスを用いたRIEにより、記録ギャップ層25を第1上部磁極部26aの形状に倣うようにパターニングする。この際、約 $100^\circ\text{C}$ ～約 $250^\circ\text{C}$ の温度下、又は、室温でエッチングすることが好ましい。

20 【0060】 次に、図16Aおよび図16Bに示すように、水平面から $40^\circ$ ～ $65^\circ$ の入射角でイオンビームエッチングを行い、第4下部磁極部10dをトリミングして第1上部磁極部26aの幅に対応させる。その後、積層体の上面全体に、例えばアルミナよりなるオーバコート層31を例えば $20\sim 40\mu\text{m}$ の厚さで形成する。続いて、オーバコート層31上に、図示しない複数の電極パッドを形成し、本実施形態の薄膜磁気ヘッド40が得られる。各電極パッドは、MR素子5及び薄膜コイル116に電氣的に接続される。

25 【0061】 この段階では、一枚の基板1上に複数の薄膜磁気ヘッド40が形成された状態となっているため、まず、基板1を切断して薄膜磁気ヘッド40が列状に配置された複数本のバーを得る。更に、そのバーを切断して、それぞれが薄膜磁気ヘッド40を有するブロック単位に切断する。そして、イオンミリング

等によってスライダレールを形成し、ヘッドスライダを得る。更に、このヘッドスライダをジンバルに搭載した後、サスペンションアームに接続してヘッドジンバルアセンブリが完成する。ヘッドジンバルアセンブリを作製した後、ヘッドスライダがハードディスク上を移動可能で、且つ、磁気信号の記録及び再生が可能となるように組み立てることで、ハードディスク装置が得られる。

【0062】 以上、本発明者によってなされた発明を実施形態に基づき具体的に説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。例えば、上部磁極層（第2磁極層）を第1上部磁極部26aと第2上部磁極部26bに分けず、一度に形成してもよい。

【0063】 また、下部磁極層は、4層構造には限られず、種々変更することができる。積層構造を採る場合は、その最上層に、上記残余領域を形成しこの周囲（少なくともトラック幅方向の両側）に絶縁層を設ければよい。

【0064】 更に、薄膜磁気ヘッドの記録方式は、面内記録方式又は垂直記録方式のいずれであってもよい。また、薄膜コイルは、第1導体部112、114の側方の内溝部に第2導体部111、113、115を埋める構成（いわゆるインサーション形式）ではなく、内溝部に絶縁層を埋めた構成としてもよい。更に、薄膜コイルは、上部磁極層におけるエアベアリング面から垂直に延びる領域の周囲に螺旋状に配してもよい（いわゆるヘリカル形式）。

【0065】 以上説明したように、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、書き込みトラック幅を容易に狭小にすることができる。

## 請求の範囲

1. 第1磁極層を形成するステップと、

前記第1磁極層の所定の残余領域が残るように、この第1磁極層のトラック幅方向の両側を除去するステップと、

5 前記第1磁極層の前記残余領域の周囲に、絶縁層を形成するステップと、

前記第1磁極層の前記残余領域及び前記絶縁層の上に、非磁性材料で形成されたギャップ層を形成するステップと、

前記ギャップ層の上に、前記第1の磁極と磁氣的に連結された第2磁極層を形成するステップと、

10 マスクを利用して、エッチングにより前記第2磁極層をパターンニングするステップと、

を含む薄膜磁気ヘッドの製造方法。

2. 前記絶縁層は、 $Al_2O_3$ によって形成されている請求項1記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

15 3. 前記第1磁極層の前記残余領域のトラック幅方向における幅は、約0.5  $\mu m$ ～約2.0  $\mu m$ である請求項1記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

4. 前記第1磁極層は、複数の磁性層を積層して構成されており、

前記複数の磁性層における少なくとも最上層に、前記残余領域を形成すると共に、

20 この残余領域のトラック幅方向における両側に、前記絶縁層を形成する請求項1記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

## 要約

本発明に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法は、第1磁極層を形成するステップと、第1磁極層の所定の残余領域が残るように、この第1磁極層のトラック幅方向の両側を除去するステップと、第1磁極層の残余領域の周囲に、絶縁層を形成するステップと、非磁性材料のギャップ層を形成するステップと、第1の磁極と磁氣的に連結された第2磁極層を形成するステップと、マスクを利用してエッチングにより第2磁極層をパターンニングするステップとを含む。これにより、ギャップ層における第2磁極層から比較的遠い領域が除去されたとしても、この領域からは、主として絶縁層が露出することになる。このため、磁性材料がエッチング中の第2磁極層の根元付近に付着するという事態を防止することができる。